

**Valve adjustment method e.g. for fuel injection valve**

Patent Number: DE19516513  
Publication date: 1996-11-07  
Inventor(s): SCHOEFFEL EBERHARD DIPL PHYS D (DE); SEIDEL JOSEF (DE)  
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19516513  
Application Number: DE19951016513 19950505  
Priority Number(s): DE19951016513 19950505  
IPC Classification: F02M51/06; F02M65/00; B05B1/30; B05B12/02; G05D7/06  
EC Classification: F02M51/06B1, F02M51/06B2E2B, F02M61/16H  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

A method of adjusting a valve requires initially arranging one adjustment element (64) outside the medium-flow path between the core (2) and at least one conductive element (49), and then current pulses are provided at the solenoid (1) to form a magnetic field and then the dynamic medium quantity during the opening-and closing process is measured and compared with a given desired medium amount. Both liquid as well as gaseous media can be used and then an adjustment of the adjustment element (64) is made to vary the magnetic flux in the magnetic circuit until the measured actual medium amount of the given medium required amount is matched.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Off nlegungsschrift  
DE 195 16 513 A 1

- 21 Aktenzeichen: 195 16 513.6  
22 Anmeldetag: 5. 5. 95  
23 Offenlegungstag: 7. 11. 98

51 Int. Cl. 6:  
F 02 M 51/06  
F 02 M 85/00  
B 05 B 1/30  
B 05 B 12/02  
G 05 D 7/06

DE 195 16 513 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

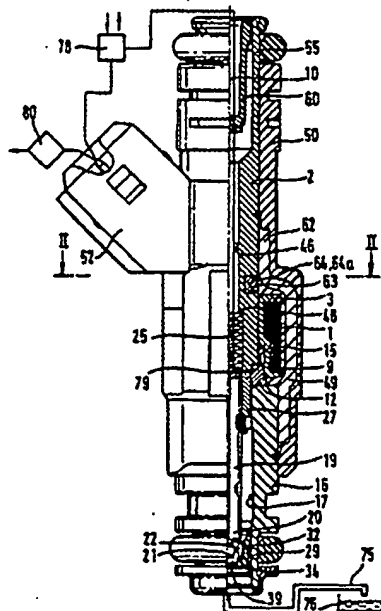
72 Erfinder:  
Schoeffel, Eberhard, Dipl.-Phys. Dr., 96049 Bamberg,  
DE; Seidel, Josef, 96149 Breitenguessbach, DE

64 Verfahren zur Einstellung eines Ventils und Ventil

67 Bei bekannten Verfahren zum Einstellen eines Brennstoff-einspritzventils erfolgt das Einstellen mit Einstellelementen, wie Einstellboizen, Einstellschrauben, Einstellrohren und Einstellhülsen, im Inneren des Ventils mit Einstellwerkzeugen. Dabei sind jeweils hohe Anforderungen an die Qualität der Einstellelemente sowie an eine definierte Handhabung der Einstellwerkzeuge zur Vermeidung von Verformungen und Verschmutzungen gestellt.

Bei dem neuen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge eines Ventils findet eine Verstellung eines Einstellelements (64), das nahe der Magnetspule (1) außerhalb des Mediumströmungsweges angeordnet ist, statt. Dabei verändert sich die Größe des magnetischen Flusses im Magnetkreis und somit die Magnetkraft, so daß die Mediumströmungsmenge beeinflussbar und einstellbar ist. Die Einstellung kann sowohl bei nassem als auch trockenem Ventil erfolgen.

Die Verfahren zur Einstellung eines Ventils eignen sich besonders für elektromagnetisch betätigbare Brennstoffeinspritzventile von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.



DE 195 16 513 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Einstellung der dynamischen, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge eines elektromagnetisch betätigbaren Ventils nach dem Oberbegriff eines der Ansprüche 1 bis 3 bzw. einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

Bei bekannten Ventilen wird die dynamische, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene Mediumströmungsmenge durch die Größe der Federkraft einer auf den Ventilschließkörper wirkenden Rückstellfeder eingestellt. Das aus der DE-OS 37 27 342 bekannte Ventil weist einen in einer Längsbohrung des Innenpols verschiebbar angeordneten Einstellbolzen auf, an dessen einer Stirnseite das eine Ende der Rückstellfeder anliegt. Die Einpreßtiefe des Einstellbolzens in die Längsbohrung des Innenpols bestimmt die Größe der Federkraft der Rückstellfeder. Aus der DE-OS 29 42 853 ist ein Ventil bekannt, bei dem die Federkraft der Rückstellfeder durch die Einschraubtiefe einer in die Längsbohrung des Innenpols einschraubbaren Einstellschraube eingestellt wird, an deren einer Stirnseite das eine Ende der Rückstellfeder anliegt. Die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch die Einstellung der auf den Ventilschließkörper wirkenden Federkraft der Rückstellfeder hat aber den Nachteil, daß an dem fertigmontierten Ventil eine Zugriffsmöglichkeit auf die Rückstellfeder in Form eines leicht zugänglichen Einstellelements vorzusehen ist, an dem zusätzlich abgedichtet werden muß.

Aus der EP-PS 0 301 381 ist bereits ein Verfahren zum Einstellen der Brennstoffeinspritzmenge eines Brennstoffeinspritzventils bekannt, bei dem ein Einstellrohr in eine Längsbohrung eines rohrförmigen Anschlußstutzens bis zu einer vorbestimmten Länge eingeführt wird, das Einstellrohr in dem Anschlußstutzen durch Preßpassen oder Verstemmen vorübergehend fixiert wird, das Einstellrohr abschließend während der Überprüfung der aktuellen Brennstoffeinspritzmenge eingestellt und in der Längsbohrung des Anschlußstutzens durch Verstemmen eines äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens fixiert wird. Dieses bekannte Einstellverfahren hat den Nachteil, daß nach dem abschließenden Einstellen des Einstellrohrs als zusätzlicher Arbeitsgang noch das Fixieren des Einstellrohrs durch Verstemmen des äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens und damit eine Verformung des Einspritzventils erforderlich ist. Durch die Verstemmung besteht die Gefahr, daß die Lage des Einstellrohrs und damit die eingestellte Brennstoffmenge verändert wird.

Um diese Gefahr zu verhindern, wird in der DE-OS 42 11 723 vorgeschlagen, eine unter einer in radialer Richtung wirkenden Vorspannung stehende geschlitzte Einstellhülse zu verwenden, wodurch ein Verstemmen eines äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens zum abschließenden Fixieren dieser Einstellhülse in dem Anschlußstutzen nicht erforderlich ist. Die Einstellhülse nimmt ihre definierte Position also ohne eine Deformierung im Inneren des Ventils ein, und die letztlich eingestellte Mediumströmungsmenge unterliegt keinen nachträglichen Veränderungen.

Diesen bereits bekannten Einspritzventilen ist ge-

meinsam, daß durch die Einstellung unterschiedlich ausgebildeter Einstellelemente, wie Einstellbolzen, Einstellschrauben, Einstellrohre oder Einstellhülsen, Eingriffe mit Einstellwerkzeugen im Inneren des Einspritzventils notwendig sind. Dabei sind jeweils hohe Anforderungen an die Qualität der Einstellelemente sowie an eine definierte Handhabung der Einstellwerkzeuge zur Vermeidung von Verformungen im Einspritzventil gestellt. Außerdem besteht beim Eintauchen eines Einstellwerkzeugs in das Innere des Einspritzventils immer eine Verschmutzungsgefahr. Hinzu kommt noch die Gefahr der Spanbildung beim Bewegen des Einstellelements im Inneren des Einspritzventils, die sich besonders nachteilig beim Betrieb des Einspritzventils auswirken kann.

Aus der DE-OS 43 10 819 ist bereits bekannt, eine Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch das Ändern der Verhältnisse des Magnetkreises im Einspritzventil vorzunehmen. Das Einstellen erfolgt dabei nicht mehr im Inneren des Ventils, sondern durch das axiale Verschieben von wenigstens einem der Magnetspule teilweise überdeckenden Leitelement. Das Festhalten des Ventils und auch der Einstellvorgang selbst müssen jedoch am nicht vollständig montierten Ventil vorgenommen werden. Erst nach der Einstellung kann z. B. die Kunststoffumspritzung angebracht werden, was den Nachteil hat, daß ein nachträgliches unerwünschtes Verrutschen nicht vollständig auszuschließen ist.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung der dynamischen, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge eines elektromagnetisch betätigbaren Ventils mißt den kennzeichnenden Merkmalen jedes einzelnen der Ansprüche 1 bis 3 bzw. das elektromagnetisch betätigbare Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 5 haben den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise die dynamische Mediumströmungsmenge außerhalb des Mediumströmungsweges einstellbar ist und kein Einstellelement im Inneren des Einspritzventils erforderlich ist und damit Einstellwerkzeuge nicht unmittelbar in das Einspritzventil eintauchen. Somit wird jegliche Gefahr von Verformungen durch ein Verstemmen oder ein anderweitiges Fixieren eines Einstellelements in der Strömungsbohrung des Einspritzventils genommen sowie das Verschmutzungsrisiko deutlich herabgesetzt. Die Einstellung erfolgt in besonders vorteilhafter Weise an dem fertigmontierten Ventil.

Bei den erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt im Gegensatz zum Stand der Technik die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge im Bereich um die Magnetspule herum durch ein Verstellen von stift-, schrauben- oder klötzchenförmigen Einstellelementen außerhalb des Mediumströmungsweges. Je nach Anordnung und Größe der Einstellelemente ergeben sich verschiedene Verstellmöglichkeiten. So können die Einstellelemente z. B. in Erstreckungsrichtung des Ventils gesehen axial, radial, durch Drehung um die eigene Achse oder durch Kombination mehrerer Bewegungsrichtungen zur Verstellung bewegt werden. Die damit erreichbare Veränderung der Geometrie des magnetischen Kreises verursacht zwangsläufig auch eine Veränderung des magnetischen Flusses im magnetischen Kreis und damit auch der Magnetkraft, wodurch als Folge die dynamische abgegebene Mediumströmungsmenge beeinflusst wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den Ansprüchen 1 bis 3 angegebenen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge eines Ventils bzw. des Ventils nach Anspruch 5 möglich.

Weitere Vorteile seien nachfolgend in Kurzform genannt:

- die Ventile können in bekannter Form verwendet werden (keine Änderung der Außenform nötig)
- keine mechanischen Bewegungen in der Strömungsbohrung des Kerns zum Einstellen,
- Rückstellfeder kann mit gleicher Federkraft in alle Ventile eingebaut werden,
- dynamische Mediumströmungsmenge ist nachstellbar, da ein Zugriff auf die Einstellelemente vorhanden ist.

Besonders vorteilhaft ist es, Einstellelemente bestehend aus zwei unterschiedlichen Materialien, z. B. einem weichmagnetischen und einem diamagnetischen, einzusetzen. Die Materialverteilung kann dabei so sein, daß jedes Material über die Länge des Einstellelements zur Hälfte vorliegt oder in Form einer Wendel ein Material über die Länge abnimmt, während das andere zunimmt. Bei Einstellelementen mit wendelförmiger Materialverteilung kann sowohl mit einer translatorischen als auch mit einer rotatorischen Bewegung und natürlich auch mit einer gleichzeitigen Kombination beider Bewegungsarten die Verstellung des magnetischen Flusses vollzogen werden.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein zur Ausführung der erfindungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß ausgebildetes Einspritzventil, Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1, Fig. 3 ein zweites Beispiel eines Einspritzventils, Fig. 4 ein drittes Beispiel eines Einspritzventils, Fig. 5 ein Einstellelement in der Form eines gewölbten Einstellklötzchens, Fig. 6 ein Einstellelement in der Form eines gekerbten Einstellklötzchens, Fig. 7 einen Ausschnitt eines Einspritzventils im Bereich eines Einstellelements, Fig. 8 ein erstes Einstellelement bestehend aus zwei Materialien (halbiert), Fig. 9 eine Unteransicht auf das Einstellelement nach Fig. 8 und Fig. 10 ein zweites Einstellelement bestehend aus zwei Materialien (wendelförmig).

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in der Fig. 1 beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule 1 umgebenen, als Brennstoffeinlaßstutzen dienenden Kern 2, der beispielsweise hier rohrförmig ausgebildet ist und über seine gesamte Länge einen weitgehend konstanten Außendurchmesser aufweist. Ein in radialer Richtung gestufter Spulenkörper 3 nimmt eine Bewicklung der Magnetspule 1 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern 2 einen kompakten Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1.

Mit einem unteren Kernende 9 des Kerns 2 ist kon-

zentrisch zu einer Ventillängsachse 10 dicht ein rohrförmiges, metallenes und nichtmagnetisches Zwischenteil 12 beispielsweise durch Schweißen verbunden und umgibt dabei das Kernende 9 teilweise axial. Der gestufte Spulenkörper 3 übergreift teilweise den Kern 2 und mit einer Stufe 15 größeren Durchmessers das Zwischenteil 12 zumindest teilweise axial. Stromabwärts des Spulenkörpers 3 und des Zwischenteils 12 erstreckt sich ein als Verbindungsteil dienender rohrförmiger Ventilsitzträger 16, der beispielsweise fest mit dem Zwischenteil 12 verbunden ist. In dem Ventilsitzträger 16 verläuft eine Längsbohrung 17, die konzentrisch zu der Ventillängsachse 10 ausgebildet ist. In der Längsbohrung 17 ist eine zum Beispiel hülsenförmige Ventilnadel 19 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 20 mit einem kugelförmigen Ventilschließkörper 21, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 22 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind, beispielsweise durch Schweißen verbunden ist.

Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 19 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer Rückstellfeder 25 bzw. Schließen des Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis mit der Magnetspule 1, dem Kern 2 und einem Anker 27. Der Anker 27 ist mit dem dem Ventilschließkörper 21 abgewandten Ende der Ventilnadel 19 durch eine Schweißnaht verbunden und auf den Kern 2 ausgerichtet. In das stromabwärts liegende, dem Kern 2 abgewandte Ende des Ventilsitzträgers 16 ist in der Längsbohrung 17 ein zylinderförmiger Ventilsitzkörper 29, der einen festen Ventilsitz aufweist, durch Schweißen dicht montiert.

Zur Führung des Ventilschließkörpers 21 während der Axialbewegung der Ventilnadel 19 mit dem Anker 27 entlang der Ventillängsachse 10 dient eine Führungsöffnung 32 des Ventilsitzkörpers 29. Der kugelförmige Ventilschließkörper 21 wirkt mit dem sich in Strömungsrichtung kegelformig verjüngenden Ventilsitz des Ventilsitzkörpers 29 zusammen. An seiner dem Ventilschließkörper 21 abgewandten Stirnseite ist der Ventilsitzkörper 29 mit einer beispielsweise topfförmig ausgebildeten Spritzlochscheibe 34 konzentrisch und fest verbunden. Im Bodenteil der Spritzlochscheibe 34 verläuft wenigstens eine, beispielsweise verlaufen vier durch Erodieren oder Stanzen ausgeformte Abspritzöffnungen 39.

Die Einschubtiefe des Ventilsitzkörpers 29 mit der topfförmigen Spritzlochscheibe 34 bestimmt die Größe des Hubs der Ventilnadel 19. Dabei ist die eine Endstellung der Ventilnadel 19 bei nicht erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ventilschließkörpers 21 am Ventilsitz des Ventilsitzkörpers 29 festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilnadel 19 bei erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ankers 27 am Kernende 9 ergibt.

In eine konzentrisch zur Ventillängsachse 10 verlaufende abgestufte Strömungsbohrung 46 des Kerns 2, die der Zufuhr des Brennstoffs in Richtung des Ventilsitzes dient, wird im Gegensatz zu bereits bekannten Einspritzventilen kein Einstellelement, wie z. B. ein Einstellrohr oder eine Einstellhülse, eingepaßt. An die Qualität der inneren Wandung der Strömungsbohrung 46 im Kern 2 sind deshalb in vorteilhafter Weise keine hohen Anforderungen gestellt. Im Bereich des Kernendes 9 ist die Strömungsbohrung 46 so gestaltet, daß die Rückstellfeder 25 gegen einen Absatz 48, der aufgrund einer Stufung in der Strömungsbohrung 46 geschaffen ist, drückt. Während die Rückstellfeder 25 mit ihrem oberen

Ende an dem Absatz 48 anliegt, drückt das untere Ende der Rückstellfeder 25 gegen das der Magnetspule 1 zugewandte Ende der hülsenförmigen Ventilsnadel 19.

Die Magnetspule 1 ist von wenigstens einem, typischerweise von zwei z. B. als Bügel ausgebildeten und als ferromagnetische Elemente dienenden Leitelementen 49 umgeben, die die Magnetspule 1 in Umfangsrichtung wenigstens teilweise umgeben sowie mit einem Ende an dem Kern 2 und mit dem anderen Ende an dem Ventilsitzträger 16 anliegen und mit diesen z. B. durch Schweißen oder Löten verbindbar sind. Die z. B. zwei bügelförmigen Leitelemente 49 sind einander gegenüberliegend angeordnet. Dabei ist es zweckmäßig, einen elektrischen Anschlußstecker 52 in einer Ebene verlaufen zu lassen, die um 90° verdreht ist, also senkrecht auf einer Ebene durch die Leitelemente 49 steht.

Das Einspritzventil ist weitgehend mit einer Kunststoffumspritzung 50 umschlossen, die sich vom Kern 2 ausgehend in axialer Richtung über die Magnetspule 1 und die Leitelemente 49 bis zum Ventilsitzträger 16 erstreckt. Das wenigstens eine Leitelement 49 ist dabei vollständig axial und in Umfangsrichtung überdeckt. Zu dieser Kunststoffumspritzung 50 gehört beispielsweise der mitangespitzte elektrische Anschlußstecker 52. Ein Brennstofffilter 60 ragt in die Strömungsbohrung 46 des Kerns 2 an dessen zulaufseitigem Ende 55 hinein und sorgt für die Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile, die aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder Beschädigungen verursachen könnten.

In einem axialen Bereich des Kerns 2, der zwischen einem an dem Kern 2 anliegenden oberen Endabschnitt 62 des wenigstens einen Leitelements 49 und dem oberen Ende des Spulenkörpers 3 und damit oberhalb der Magnetspule 1 liegt, ist an seinem äußeren Umfang wenigstens eine Nut 63 vorgesehen, in die ein Einstellelement 64, z. B. ein Einstellstift 64a einschiebbar ist. Dieser wenigstens eine Einstellstift 64a dient der Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch die Änderung der magnetischen Feldstärke im Kern 2 am fertig montierten Einspritzventil. Die Nut 63 besitzt ausgehend vom äußeren Umfang des Kerns 2 an ihrer mittleren tiefsten Stelle beispielsweise eine Tiefe von 3/4 der Wandstärke des rohrförmigen Kerns 2, wie in der rechten Schnithälfte der Fig. 1 zu sehen ist. Durch die z. B. im Querschnitt quadrat- oder rechteckförmige Nut 63 wird der Magnetfluß im Kern 2 deutlich verringert. Zur Einstellung der Magnetkraft bzw. des Magnetflusses wird in die Nut 63, die sich genau dort befindet, wo das wenigstens eine Leitelement 49 den Kern 2 umgreift, ein gerader, im Querschnitt rechteckförmiger, weichmagnetischer Einstellstift 64a als Einstellelement 64 eingeschoben. Durch diesen Einstellstift 64a kann der magnetische Fluß im Kern 2 je nach eingeschobener Länge vergrößert werden. Sind zwei Leitelemente 49 vorgesehen, können auch zwei Nuten 63 an zwei gegenüberliegenden Stellen an der Außenseite des Kerns 2 ausgeformt sein, in die dann entsprechend zwei Einstellstifte 64a eingebracht werden.

Zum Umspritzen des Einspritzventils mit der Kunststoffumspritzung 50 werden anstelle der Einstellstifte 64a dimensionsgleiche glatte Stifte maximal möglicher Länge in dem nicht dargestellten Spritzwerkzeug verwendet, die sich aufgrund ihrer glatten Oberfläche leicht herauslösen lassen. Die dann nach dem Umspritzen in die Nuten 63 einsetzbaren, sich an ihren Enden etwas verjüngenden, weichmagnetischen Einstellstifte 64a besitzen dagegen eine raue Oberfläche. In einer nicht

dargestellten Einstellstation werden die Einspritzventile angeordnet, in der das Einbringen der Einstellstifte 64a mittels eines unmagnetischen Werkzeugs erfolgt. Die Einstellung des magnetischen Flusses durch das Verschieben der Einstellelemente 64 wird durch die Messung verschiedener Größen, wie z. B. des hydraulischen oder pneumatischen dynamischen Durchflusses, ermöglicht. Die Messungen erfolgen dabei unmittelbar während des Einstellvorganges. Auf die verschiedenen möglichen Meßverfahren wird in einem späteren Absatz näher eingegangen.

Im eingeschobenen Zustand verschwinden die Einstellstifte 64a vollständig in den Nuten 63 und im Kunststoff der Kunststoffumspritzung 50. Dabei verriegeln sich die Einstellstifte 64a selbst im etwas elastischen Kunststoff. Bei Bedarf kann eine zusätzliche Sicherung z. B. mit einem Lacktupfer vorgenommen werden. Auf eine Einstellhülse im Inneren des Kerns 2 kann jetzt verzichtet werden, so daß sich die Rückstellfeder 25 nicht mehr an einer solchen Einstellhülse abstützen kann. Deswegen ist in der gestuften Strömungsbohrung 46 der Absatz 48 vorgesehen, gegen den die Rückstellfeder 25 nun drückt.

Zusammenfassend kann zu diesem Ausführungsbeispiel gesagt werden, daß der magnetische Fluß zwischen Kern 2 und Anker 27 dadurch verändert werden kann, daß der magnetische Widerstand wenigstens einer Nut 63 im Kern 2 oberhalb der Magnetspule 1 veränderlich ist, und zwar durch das Einschieben eines Einstellelements 64 in die Nut 63. Neben dem bereits erwähnten Einstellstift 64a oder Einstellbolzen als Einstellelement 64 bietet es sich auch an, in die Nuten 63 selbsthärtendes weichmagnetisches Material, wie z. B. in Kunstharz eingebettete ferritische Späne, einzuspritzen. Beim Umspritzen des Einspritzventils werden die später auszufüllenden nutförmigen Räume ebenfalls durch entsprechende Stifte im Spritzwerkzeug ausgefüllt.

Die Fig. 2 ist eine Schnittdarstellung entlang der Linie II-II in Fig. 1, also ungefähr entlang der Oberkanten der Nuten 63, wobei der elektrische Anschlußstecker 52 zur Verdeutlichung der Geometrie zusätzlich nur symbolisch dargestellt ist. Die in Umfangsrichtung gewölbt leicht gewölbten Leitelemente 49 sind z. B. im Bereich der Nuten 63 eben ausgeführt, so daß ein ungehindertes Einschieben der sich an ihren Enden etwas verjüngenden Einstellstifte 64a in die Nuten 63 möglich ist. Auf der dem Anschlußstecker 52 gegenüberliegenden Seite verlaufen die Nuten 63 des Kerns 2 als Verlängerungen in Form von einen runden oder quadratischen oder rechteckförmigen Querschnitt aufweisenden Löchern 67 bis zum äußeren Umfang der Kunststoffumspritzung 50. Von dieser Seite werden deshalb die Einstellstifte 64a eingeschoben. Zum Anschlußstecker 52 hin enden die Nuten 63 als Verlängerungen in Form von Sacklöchern 68 in der Kunststoffumspritzung 50.

Ein zweites, in der Fig. 3 dargestelltes Ausführungsbeispiel eines Ventils in der Form eines Brennstoffeinspritzventils zeigt einen Einstellstift 64b unmittelbar unterhalb des Spulenkörpers 3. Hierbei kann der magnetische Fluß zwischen Kern 2 und Anker 27 dadurch verändert werden, daß ein magnetischer Nebenschluß unterhalb der Magnetspule 1 zwischen dem Leitelement 49 und dem Anker 27 gebildet wird. Mit Hilfe von Einstellelementen 64 (z. B. im Querschnitt rechteckförmige, weichmagnetische Einstellstifte 64b oder Einstellbolzen bzw. anderes weichmagnetisches Material, wie in Kunstharz eingebettete ferritische Späne), die unterhalb der Magnetspule 1, die z. B. gegenüber der in der Fig. 1

gezeigten Magnetspule 1 etwas verkürzt ist, auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Einspritzventils eingeschoben werden, wird der magnetische Nebenschluß erzeugt. Die Einstellelemente 64 füllen einen durch das Zwischenteil 12, den Spulenkörper 3, das Leitelement 49 und den Ventilsitzträger 16 umgebenen Raum 66 teilweise aus, wobei die Einstellelemente 64 ansonsten von der Kunststoffumspritzung 50 umschlossen sind. Das Umspritzen des Einspritzventils mit einem Spritzwerkzeug, in dem anstelle der rauhen Einstellstufe 64b dimensionsgleiche glatte Stufe vorgesehen sind, der Einstellvorgang und die möglichen Meßverfahren sind analog den beim ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Verfahren.

In der Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Brennstoffeinspritzventils gezeigt, das sich von den zuvor beschriebenen Ventilen nur durch den Bereich für die Anordnung der Einstellelemente 64 unterscheidet. Das Ventil ist so ausgebildet, daß der magnetische Fluß zwischen Kern 2 und Anker 27 durch einen magnetischen Nebenschluß zwischen Kern 2 und den Leitelementen 49 oberhalb der Magnetspule 1 verändert werden kann. Dazu ist wenigstens ein Einstich 70 am Kern 2 vorgesehen, der sich entweder umlaufend am Kern 2 erstreckt oder zumindest im Bereich der den Kern 2 umgebenden Leitelemente 49 ausgeführt ist. Der wenigstens eine vom äußeren Umfang her eingebrachte Einstich 70 besitzt z. B. eine radiale Tiefe von  $2/3$  bis  $3/4$  der Wandstärke des rohrförmigen Kerns 2 und eine axiale Länge, die ein Verschieben des Einstellelements 64 in ihm ermöglicht. Die Länge des Einstichs 70 entspricht z. B. ungefähr der axialen Erstreckung des oberen Endabschnitts 62 des Leitelements 49, der gewöhnlich am Kern 2 anliegt, nun jedoch den Einstich 70 nach außen begrenzt und als Führung für das Einstellelement 64, hier ein Einstellklötzchen 64c dient.

Durch den Einstich 70 am Kern 2 oberhalb der Magnetspule 1 wird der magnetische Fluß im Kern 2 wesentlich verringert. Das wenigstens eine Leitelement 49 ist an seinem oberen Endabschnitt 62 wenigstens über die Länge des Einstichs 70 an seiner Innenseite eben ausgeführt, so daß eine weitere Verringerung des magnetischen Flusses auftritt. Die Einstellung des Magnetflusses kann in zwei Stufen erfolgen, wobei die Grobeinstellung im nicht umspritzten Zustand des Ventils vorgenommen wird, während die Feineinstellung am fertigen Einspritzventil über einen Zugriff von außen durch eine in der Kunststoffumspritzung 50 vorgesehene Aussparung erfolgt. Bei der Montage des Ventils werden in den Einstich 70 z. B. ein oder zwei Einstellklötzchen 64c eingesetzt, die aus weichmagnetischem Material gefertigt und im Einstich 70 axial verschiebbar sind.

Die Fig. 5 und 6 zeigen als vereinfachte Schnittdarstellungen durch die Einstellklötzchen 64c zwei mögliche Varianten ihrer Ausbildung. Zur Verringerung des magnetischen Widerstandes an den Übergangsstellen Kern/Einstellelement und Einstellelement/Leitelement werden die Einstellklötzchen 64c mit geringem Übermaß ausgeführt, wodurch eine gute Klemmung der Einstellklötzchen 64c nach der Montage des leicht federnden Leitelements 49 zwischen Kern 2 und Leitelement 49 erreicht wird. Das Einstellklötzchen 64c besitzt entweder eine am Kern 2 anliegende gewölbte Innenseite 71 (Fig. 5) mit dem Radius eines Einstichgrundes 72 oder eine gekerbte Innenseite 71' (Fig. 6), die durch zwei zueinander geneigte ebene Flächen gebildet wird und somit nur teilweise am Einstichgrund 72 anliegt. Diese Formgebungen sowie die plane Außenseite des Einstell-

klötzchens 64c zum Leitelement 49 hin bieten eine Verdrehsicherheit und sorgen dafür, daß nur axiale Verschiebungen möglich sind. Diese erfolgen mittels eines unmagnetischen Werkzeugs, wobei durch das Verschieben des Einstellklötzchens 64c die Länge des vom magnetischen Fluß durchflossenen Einstichs 70 verändert wird. Somit ändert sich auch der magnetische Fluß im gesamten Magnetkreis.

Die Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt eines Ventils, das ähnlich dem in der Fig. 4 dargestellten Ventil ausgebildet ist, und zwar den Bereich um den Einstich 70 herum oberhalb der Magnetspule 1. Dabei soll verdeutlicht werden, daß anstelle der Einstellklötzchen 64c auch andere Einstellelemente 64, wie Einstellschrauben 64d, im Einstich 70 angeordnet sein können. Die Einstellschraube 64d aus weichmagnetischem Material muß vor dem Kunststoffumspritzen bereits ganz eingeschraubt sein. Durch eine entsprechende Ausgestaltung des Spritzwerkzeugs wird in der Kunststoffumspritzung 50 ein Öffnungsbereich vorgesehen, durch den ein Zugang zum Schraubenkopf der Einstellschraube 64d mittels eines unmagnetischen Werkzeugs möglich ist.

Modifizierte Ausbildungen von Einstellschrauben bzw. -stiften 64d sind in den Fig. 8 bis 10 dargestellt. Diese Einstellelemente 64 sind aus wenigstens zwei unterschiedlichen Materialien gefertigt, wobei ein Werkstoff typischerweise weichmagnetisch ist und der zweite Werkstoff diamagnetisch (z. B. Messing). Die zwei Materialien können z. B. jeweils eine Hälfte des Einstellelements 64 bilden, so daß sich im Querschnitt zwei halbkreisförmige Materialabschnitte ergeben (Fig. 8 und 9). Andererseits ist es auch denkbar, die zwei Materialien wendelförmig am Einstellelement 64 anzubringen (Fig. 10). Während bei dem Beispiel der Fig. 8 und 9 hauptsächlich durch eine Drehbewegung des Einstellelements 64 die Beeinflussung des magnetischen Flusses möglich ist, kann mit dem Einstellelement 64 mit wendelförmiger Werkstoffverteilung sowohl mit einer translatorischen als auch mit einer rotatorischen Bewegung und natürlich auch mit einer gleichzeitigen Kombination beider Bewegungsarten die Einstellung des magnetischen Flusses vollzogen werden. Das Einstellelement 64 kann mit umlaufenden Ringnuten versehen sein, um ein Verschieben in Längsrichtung des Einstellelements 64 zu vermeiden. Dies gilt besonders für bereits beim Umspritzen miteingegossene Einstellelemente 64, die nur noch verdreht werden sollen. Zum Verdrehen besitzt das Einstellelement 64 einen geeigneten Kopf 74 mit z. B. einem Innenmehrkant, in den ein Werkzeug eingreifen kann. Die Fixierung der eingestellten Position des Einstellelements 64 erfolgt durch die entsprechende Rauheit der Oberfläche des Einstellelements 64; bei Bedarf kann auch noch ein Lacktupfer zur Sicherung auf den Kopf 74 aufgebracht werden. Die Einstellelemente 64 sind beispielsweise auch im Raum 66 unterhalb des Spulenkörpers 3 einsetzbar (Fig. 3).

Mit allen vorgenannten Einstellelementen 64 ist es möglich, den magnetischen Fluß zwischen Kern 2 und Anker 27 des Ventils und damit die Magnetkraft zu verändern, womit wiederum die dynamische, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene Mediumströmungsmenge einstellbar ist. Die Einstellung erfolgt am fertig montierten Ventil. Außerhalb des Mediumströmungsweges sind die beschriebenen Einstellelemente 64 angeordnet, so daß die Einstellwerkzeuge nicht in Bereiche innerhalb des Ventils eintauchen müssen, die aufgrund der Strömung des Fluids schmutzfrei gehalten werden sollen.

An die Fertigmontage des Ventils schließt sich der Einlauf- bzw. Einstellvorgang an, bei dem das Ventil zu vorbestimmten Zeitperioden durch Erregen der Magnetspule 1 betätigt und ein Prüfmedium durch die Abspritzöffnungen 39 der Spritzlochscheibe 34 abgegeben wird. Bei dem Einlaufen des Ventils wird die von dem Ventil während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene dynamische Mediumismenge mittels einer Leitung 75 und einem Meßgefäß 76 gemessen und mit einer Mediumsollmenge verglichen. Stimmen die gemessene Mediumismenge und die vorgegebene Mediumsollmenge nicht überein, so werden die erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch Verstellen der Einstellelemente 64 angewendet.

In der Fig. 1 sind verschiedene Meßmethoden zur Überprüfung der erzielten Veränderung des magnetischen Flusses bzw. der sich daraus ergebenden veränderten meßbaren Größen des Ventils, wie Mediumströmungsmenge (hydraulisch), Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 27, Anzugs- und Abfallstrom, Magnetkreis-Induktivität, pneumatischer Durchfluß schematisch angedeutet. Bei einem ersten Verfahren erfolgt der Einstellvorgang mit einem durch das Ventil strömenden flüssigen Medium. Beispielsweise mit dem Meßgefäß 76 wird die während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene dynamische Mediumismenge gemessen und mit einer Mediumsollmenge verglichen. Stimmen die gemessene Mediumismenge und die vorgegebene Mediumsollmenge nicht überein, so wird eines der beschriebenen Einstellelemente 64 betätigt. Das Verstellen des Einstellelements 64 erfolgt so lange, bis die gemessene Mediumismenge mit der vorgegebenen Mediumsollmenge übereinstimmt. Dabei erfolgt die Messung der dynamischen Mediumströmungsmenge während des unmittelbaren Einstellvorgangs.

Andere Meßmethoden sind bei trockenem Ventil möglich. Das wie auch bei den Meßmethoden mit einem durch das Ventil strömenden Medium kontaktierte und an ein elektronisches Steuergerät 78 angeschlossene Ventil erhält auf die Magnetspule 1 Stromimpulse. Im elektromagnetischen Kreis wird um die Magnetspule 1 ein Magnetfeld aufgebaut, so daß es zu einem Magnetfluß im elektromagnetischen Kreis kommt, der durch die Einstellelemente 64 variierbar ist. Aufgrund dessen nimmt die Magnetkraft unterschiedlich große Werte an, und die Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 27 verändert sich, so daß die Öffnungs- und Schließdauer des Ventilschließkörpers 21 am Ventilsitz beeinflusst ist.

Dieser Einstellvorgang erfolgt also trocken, d. h. durch das Einspritzventil strömt kein flüssiges Medium. Die Anzugs- und Abfallzeiten des Ankers 27 sind die entscheidenden Parameter zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge. Bevor eine exakte Einstellung erfolgen kann, muß zuvor eine Korrelation zwischen Anzugs- und Abfallzeiten und den Mediumströmungsmengen vorgenommen werden. Erst dadurch können die beim Einstellvorgang gemessenen Anzugs- und Abfallzeiten in vergleichbare Werte für die Mediumströmungsmengen übertragen werden. Die Verstellung der Einstellelemente 64 erfolgt wiederum so lange, bis der magnetische Fluß einen solchen Wert erreicht, daß die beispielsweise mit einem Taster 79 gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 27 die vorgegebenen, mit den abzugebenden Mediumströmungsmengen in Verbindung stehenden Werte annimmt.

Weitere meßbare Größen bei trockenem Ventil sind z. B. die Magnetkreis-Induktivität und der Anzugs- und

Abfallstr. m. Auch hier muß eine Korrelation zu den Mediumströmungsmengen vorgenommen werden, um die Mediumsollmenge exakt zu erreichen. Die Messung der Magnetkreis-Induktivität erfolgt dabei über eine nur angedeutete Meßbrücke 80, beispielsweise über eine bekannte sogenannte Owen-Brücke. Die Meßbrücke 80 wird dazu mit den Enden der Magnetspule 1, die sich als Kontaktstifte des elektrischen Anschlußsteckers 52 fortsetzen, in Verbindung gebracht. Schließlich wird die Messung der Magnetkreis-Induktivität z. B. bei fließendem Anzugsstrom durchgeführt.

Eine weitere Möglichkeit der Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge bei trockenem Ventil stellt eine Einstellung durch Messung des pneumatischen Durchflusses dar. Wesentlich für den dynamischen Durchfluß ist ganz generell das Verhältnis von effektiver Öffnungszeit zu der Impulsperiode. Und eben dieses Verhältnis kann auch pneumatisch bestimmt werden. Die Luft bzw. das Gas sollte dabei geölt sein, damit keine Schädigung an der Ventilsitz 19 oder am Ventilsitz durch Reibung entstehen kann. Die Einstellung der dynamischen hydraulischen Mediumströmungsmenge muß wieder über eine Korrelation zu dem pneumatischen Durchfluß erfolgen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge, das einen Ventilkörper hat, der einen wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, wenigstens ein die Magnetspule zumindest teilweise umgebendes Leitelement, ein Verbindungsteil, einen mit dem Verbindungsteil verbundenen Ventilsitzkörper, der einen festen Ventilsitz aufweist, einen in dem Verbindungsteil verschiebbaren Anker und einen durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbaren Ventilschließkörper, der mit dem festen Ventilsitz zusammenwirkt, umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst wenigstens ein Einstellelement (64, 64a, 64b, 64c, 64d) außerhalb des Mediumströmungsweges zwischen dem wenigstens einen Leitelement (49) und dem Kern (2) angeordnet wird, dann Stromimpulse auf die Magnetspule (1) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut wird, anschließend die während des Öffnungs- und des Schließvorganges abgegebene dynamische Mediumismenge gemessen und mit einer vorgegebenen Mediumsollmenge verglichen wird, wobei sowohl flüssige als auch gasförmige Medien zum Einsatz kommen können und danach eine Verstellung des wenigstens einen Einstellelements (64, 64a, 64b, 64c, 64d) zur Veränderung des magnetischen Flusses im Magnetkreis so lange erfolgt, bis die gemessene Mediumismenge mit der vorgegebenen Mediumsollmenge übereinstimmt.

2. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge, das einen Ventilkörper hat, der einen wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer

Ventillängsachse erstreckenden Kern, wenigstens ein die Magnetspule zumindest teilweise umgebendes Leitelement, ein Verbindungsteil, einen mit dem Verbindungsteil verbundenen Ventilsitzkörper, der einen festen Ventilsitz aufweist, einen in dem Verbindungsteil verschiebbaren Anker und einen durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbaren Ventilschließkörper, der mit dem festen Ventilsitz zusammenwirkt, umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst wenigstens ein Einstellelement (64, 64a, 64b, 64c, 64d) außerhalb des Mediumströmungsweges zwischen dem wenigstens einen Leitelement (49) und dem Kern (2) angeordnet wird, dann Stromimpulse auf die Magnetspule (1) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut und der Anker (27) angezogen wird, anschließend die Anzugs- und Abfallzeit (79) des Ankers (27) gemessen wird, danach die gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers (27) mit einer vorgegebenen Anzugs- und Abfallzeit verglichen wird und nachfolgend eine Verstellung des wenigstens einen Einstellelements (64, 64a, 64b, 64c, 64d) zur Veränderung des magnetischen Flusses im Magnetkreis so lange erfolgt, bis die gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers (8) die vorgegebenen Werte annimmt.

3. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge, das einen Ventilkörper hat, der einen wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, wenigstens ein die Magnetspule zumindest teilweise umgebendes Leitelement, ein Verbindungsteil, einen mit dem Verbindungsteil verbundenen Ventilsitzkörper, der einen festen Ventilsitz aufweist, einen in dem Verbindungsteil verschiebbaren Anker und einen durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbaren Ventilschließkörper, der mit dem festen Ventilsitz zusammenwirkt, umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst wenigstens ein Einstellelement (64, 64a, 64b, 64c, 64d) außerhalb des Mediumströmungsweges zwischen dem wenigstens einen Leitelement (49) und dem Kern (2) angeordnet wird, dann Stromimpulse auf die Magnetspule (1) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut wird, anschließend die Magnetkreis-Induktivität gemessen (80) wird, danach die gemessene Magnetkreis-Induktivität mit einer vorgegebenen Magnetkreis-Induktivität verglichen wird und nachfolgend eine Verstellung des wenigstens einen Einstellelements (64, 64a, 64b, 64c, 64d) zur Veränderung des magnetischen Flusses im Magnetkreis so lange erfolgt, bis die gemessene Magnetkreis-Induktivität die vorgegebenen Werte annimmt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der jeweiligen Größe während des unmittelbaren Einstellprozesses durchgeführt wird.

5. Ventil, insbesondere elektromagnetisch betätigbares Brennstoffeinspritzventil, mit einem Ventilkörper, der einen wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, wenigstens ein die Magnetspule zumindest teilweise umgebendes

Leitelement, ein Verbindungsteil, einen mit dem Verbindungsteil verbundenen Ventilsitzkörper, der einen festen Ventilsitz aufweist, einen in dem Verbindungsteil verschiebbaren Anker und einen durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbaren Ventilschließkörper, der mit dem festen Ventilsitz zusammenwirkt, umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß außerhalb des Mediumströmungsweges zwischen dem wenigstens einen Leitelement (49) und dem Kern (2) nahe der Magnetspule (1) wenigstens ein Einstellelement (64, 64a, 64b, 64c, 64d) zur Veränderung des magnetischen Flusses im magnetischen Kreis des Ventils vorgesehen ist, zu dem ein Zugriff von außerhalb des Ventils möglich ist.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einstellelement (64) ein Einstellstift (64a) ist, der in einer vom äußeren Umfang des Kerns (2) aus oberhalb der Magnetspule (1) eingebrachten Nut (63) quer zur Ventillängsachse (10) verschiebbar ist.

7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Nut (63) im Kern (2) tangential verläuft und an einer inneren Strömungsbohrung (46) des Kerns (2) deutlich vorbeiführt.

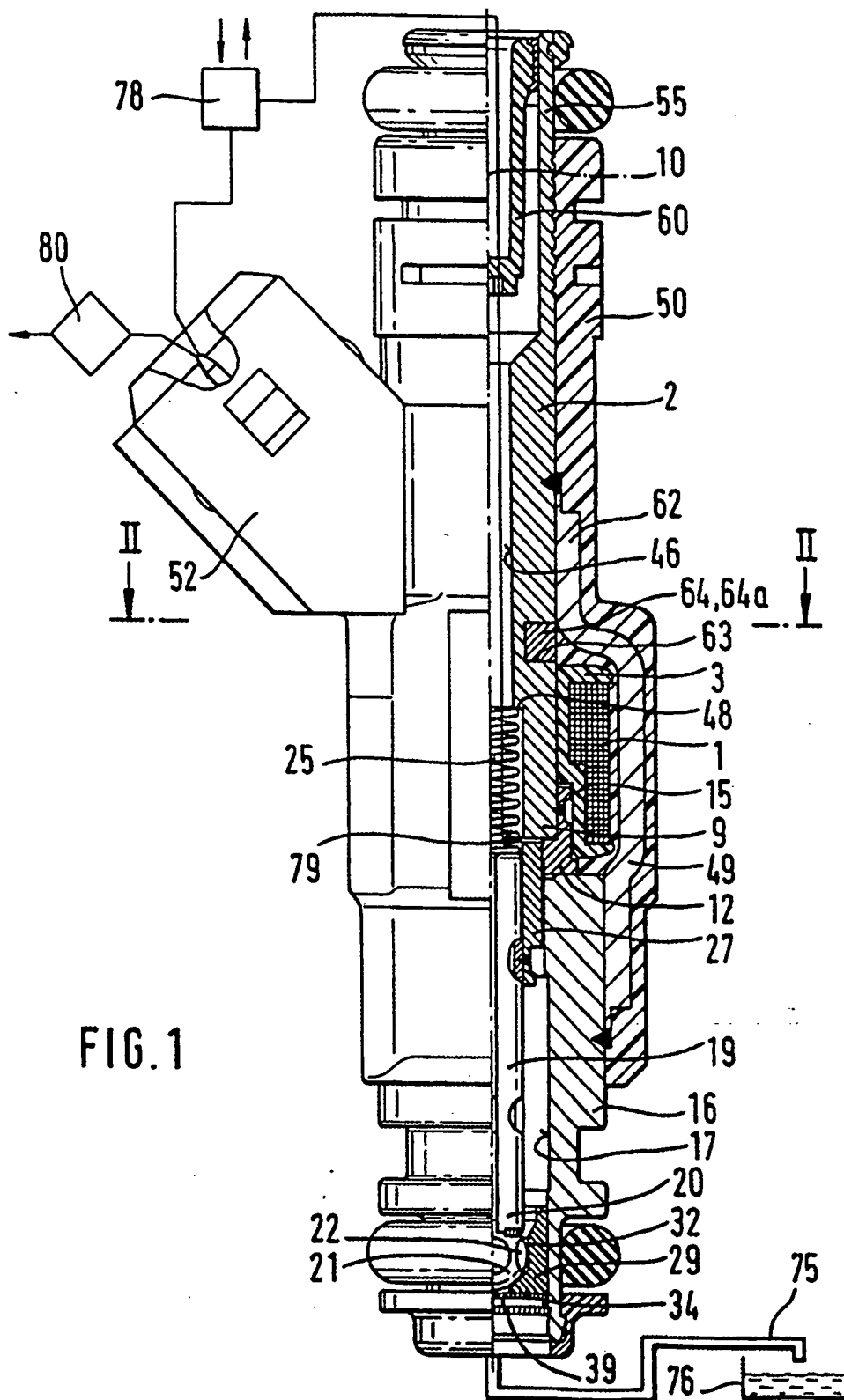
8. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einstellelement (64) als Einstellstift (64b) direkt unterhalb der Magnetspule (1) angeordnet und quer zur Ventillängsachse (10) verschiebbar ist.

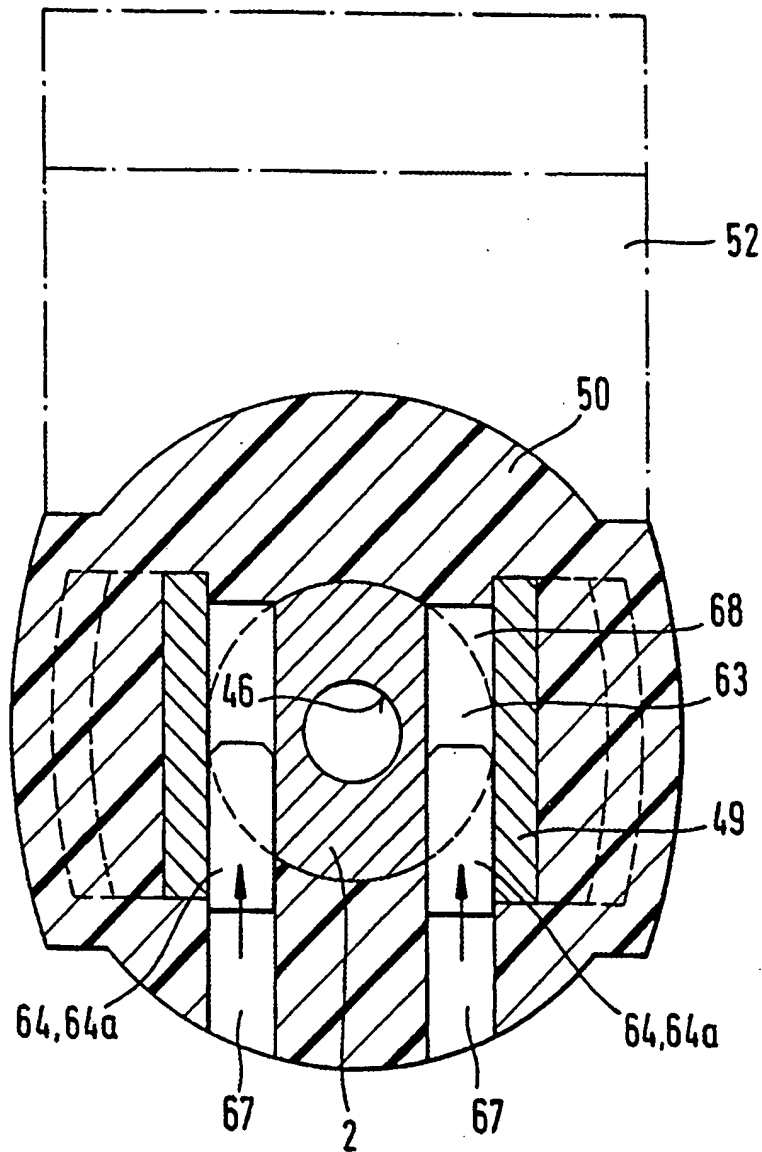
9. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Kern (2) oberhalb der Magnetspule (1) ein Einstich (70) vorgesehen ist, der vom äußeren Umfang des Kerns (2) aus eingebracht ist, und in dem Einstich (70) das Einstellelement (64, 64c) angeordnet und axial verschiebbar ist.

10. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einstellelement (64, 64d) aus zwei verschiedenen, unterschiedliche Materialeigenschaften aufweisenden Materialien gefertigt ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen







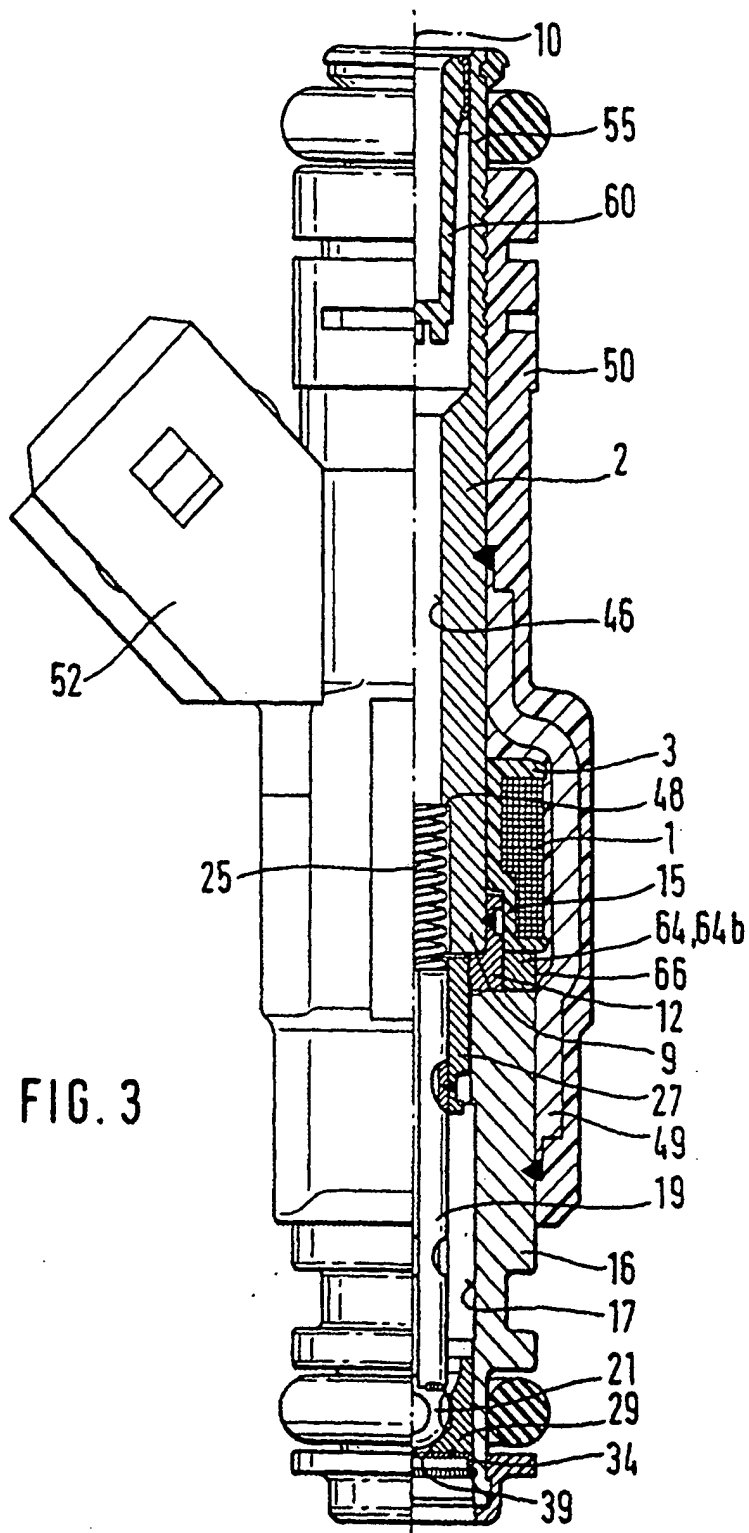


FIG. 3

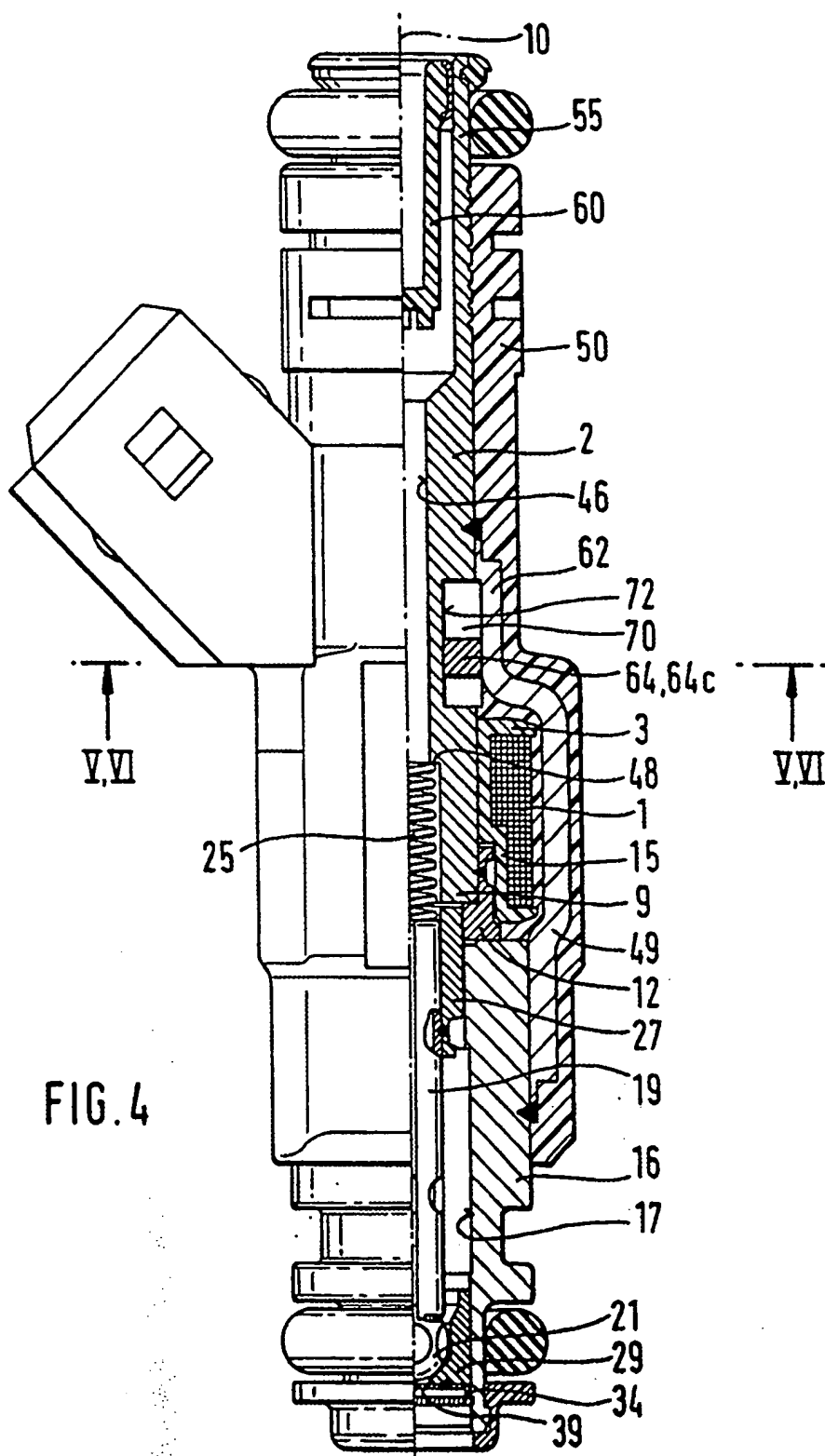


FIG. 4

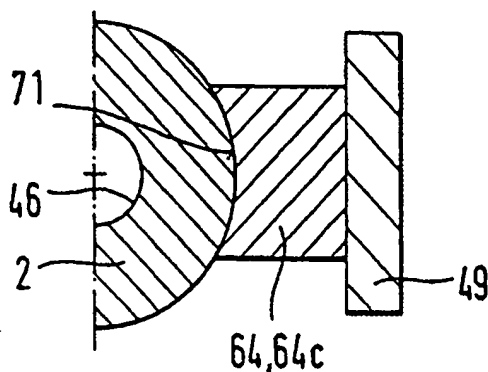


FIG. 5

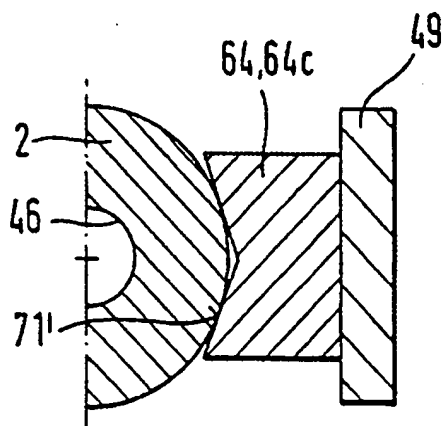


FIG. 6

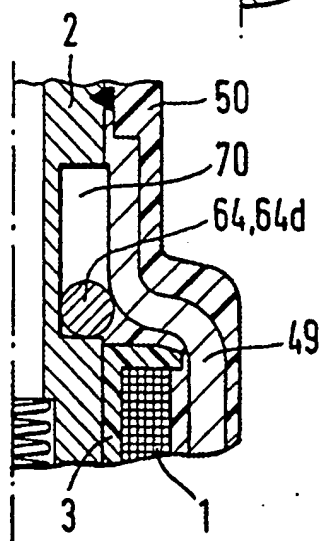


FIG. 7

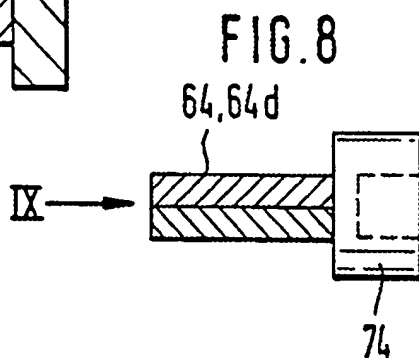


FIG. 8

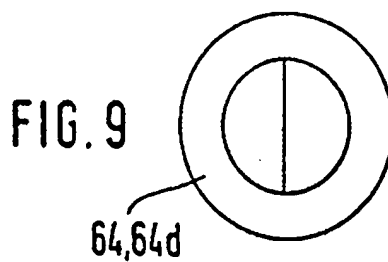


FIG. 9

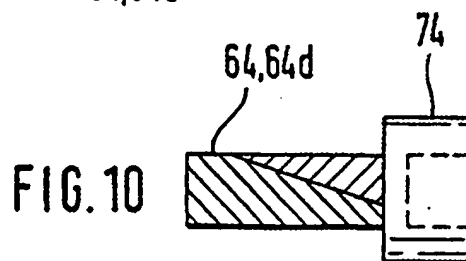


FIG. 10